

No English title available.

Patent Number: DE19840162
Publication date: 2000-03-16
Inventor(s): KLESING JOACHIM (DE)
Applicant(s): WEBASTO KAROSSERIESYSTEME (DE)
Requested Patent: ☐ [DE19840162](#)
Application Number: DE19981040162 19980903
Priority Number(s): DE19981040162 19980903
IPC Classification: H02H7/085; H02P7/00; B60J1/20; E05F15/10; E05F15/20
EC Classification: [H02H7/085B](#)
Equivalents: ☐ [EP1110291](#) (WO0014844), JP2002524679T, ☐ [WO0014844](#)

Abstract

The invention relates to a method for moving a vehicle part between at least two positions, wherein the vehicle part is driven by an electric motor, pulse signals corresponding to the rotational movement of the electric motor are generated and fed to a control unit for controlling the electric motor and wherein a first value for the momentary force effect on the vehicle part is determined in a first calculation (50) with a first parameter set from the detected pulse signals at given first times. Parallel to the first calculation, a second value for the momentary force effect on the vehicle part is determined in at least a second calculation (52) with a second parameter set from the detected pulse signals at given second times, wherein both values are taken into account for the momentary force effect in order to determine whether or not the motor should be disconnected or reversed. The invention also relates to a device for implementing said method.

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nl ungsschrift**
⑩ **DE 198 40 162 A 1**

②1 Aktenzeichen: 198 40 162.0
②2 Anmeldetag: 3. 9. 1998
④3 Offenlegungstag: 16. 3. 2000

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 02 H 7/085
H 02 P 7/00
B 60 J 1/20
E 05 F 15/10
E 05 F 15/20

DE 198 40 162 A 1

⑦1 Anmelder:
Webasto Karosseriesysteme GmbH, 82131
Stockdorf, DE

⑦4 Vertreter:
Wiese, G., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 82152 Planegg

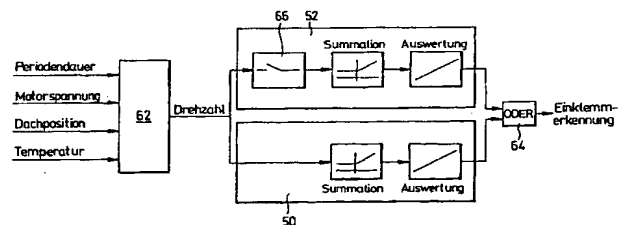
⑦2 Erfinder:
Klesing, Joachim, 80992 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Antriebsvorrichtung und Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen, wobei das Fahrzeugteil von einem Elektromotor angetrieben wird, Pulssignale entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors erzeugt werden und einer Steuereinheit zum Steuern des Elektromotors zugeführt werden, und in einer ersten Berechnung (50) mit einem ersten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten ersten Zeitpunkten ein erster Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird. Parallel zu der ersten Berechnung wird in mindestens einer zweiten Berechnung (52) mit einem zweiten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten zweiten Zeitpunkten ein zweiter Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt, wobei beide Werte für die momentane Krafteinwirkung berücksichtigt werden, um zu entscheiden, ob der Motor abgeschaltet oder reversiert wird oder nicht. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Ausführen dieses Verfahrens.



DE 198 40 162 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen verstellbares Fahrzeugteil gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 9.

Aus der DE 43 21 264 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren sowie eine gattungsgemäße Antriebsvorrichtung bekannt. Dabei treibt ein Elektromotor eine Kfz-Fensterscheibe an. Mittels zweier um 90 Grad versetzter Hall-Sensoren, die mit einem auf der Motorwelle angeordneten Magneten zusammenwirken, wird ein Signal erzeugt, aus welchem die momentane Periodendauer der Motordrehung und damit die momentane Drehzahl des Motors zu jedem Zeitpunkt, zu dem ein solches Signal an einer Steuereinheit zum Steuern des Motors eingeht, bestimmt wird. Sobald die momentane Drehzahländerung, die sich aus der Differenz zweier aufeinanderfolgender Drehzahl-Meßwerte ergibt, einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt, wird der Motor reversiert, um einen eventuell eingeklemmten Gegenstand freizugeben.

Aus der DE 195 11 581 A1 ist eine ähnliche Antriebsvorrichtung bekannt, bei welcher jedoch der Schwellwert positionsabhängig variabel gewählt ist, wobei in einem Speicher für bestimmte Positionen des Verstellwegs die in einem früheren Lauf erfaßte Geschwindigkeitsänderung zwischen zwei benachbarten Positionen gespeichert ist, um daraus in Abhängigkeit von der letzten aktuell erfaßten Position und Geschwindigkeit den Abschaltenschwellwert für die Geschwindigkeit jeweils positionsabhängig zu berechnen.

Aus der DE-OS 29 26 938 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb in gleichbleibenden zeitlichen Abständen die Motordrehzahl zu erfassen, die Differenzen aufeinander folgender Werte zu bilden, diese Differenzen aufzuaddieren, wenn sie größer als ein vorbestimmter Schwellwert sind, und ein Abschalten oder Reversieren des Motors auszulösen, sobald die aufaddierte Summe einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt.

Aus der DE 43 12 865 A1 ist eine Antriebsvorrichtung für ein Kfz-Fenster bekannt, welche die Motordrehzahl mittels zweier Hall-Detektoren erfaßt und bei Überschreiten eines Schwellwerts für die relative Änderung der Drehzahl den Motor reversiert. Dabei wird der Schwellwert in Abhängigkeit von der erfaßten Motorspannung und der durch einen Temperatursensor am Motor ermittelten Umgebungstemperatur ständig neu berechnet. Dabei werden auch die Stand/Betriebszeiten des Motors berücksichtigt, um von der Motortemperatur auf die Umgebungstemperatur schließen zu können.

Aus der DE 196 18 219 A1 ist bekannt, bei einem Schiebedachantrieb die Drehzahlschwelle bzw. die Drehzahländerungsschwelle des Motors, ab welcher ein Reversieren des Motors erfolgt, aus den positionsabhängigen Drehzahldaten eines vorher erfolgten Referenzlaufs abhängig von der Position des Deckels zu ermitteln.

Nachteilig bei diesen gattungsgemäßen Drehzahl-erfassenden Antriebsvorrichtungen ist, daß sie, z. B. durch Wahl der Auslöseschwelle, nur für eine Einklemmggeschwindigkeit, d. h. eine Steifigkeit des Gesamtsystems optimiert werden können. Die Steifigkeit des Gesamtsystems setzt sich aus den Steifigkeiten der Antriebsmechanik, des eingeklemmten Körpers sowie der Fahrzeugkarosserie zusammen. Einerseits hängt die Steifigkeit des eingeklemmten Körpers von der Art des Körpers ab. Andererseits ist die Steifigkeit der Karosserie stark von dem Ort abhängig, an dem der Körper eingeklemmt wird. Somit kann die Steifigkeit von Einklemmfall zu Einklemmfall variieren, wodurch bei den bekannten Systemen nur ein kleiner Teil der Einklemmfälle optimal erkannt werden kann.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil sowie ein Verfahren zum Verstellen eines beweglichen Fahrzeugteils zwischen mindestens zwei Stellungen zu schaffen, mittels derer ein zuverlässigeres Erfassen des Einklemmens eines Gegenstands ermöglicht wird.

Diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie eine Antriebsvorrichtung gemäß Anspruch 9.

Bei dieser erfindungsgemäßen Lösung ist vorteilhaft, daß die Einklemmschutzerfassung für mindestens zwei unterschiedliche Einklemmszenarien optimierbar ist.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird ermittelt, ob der in der ersten Berechnung ermittelte erste Wert für die Krafteinwirkung einen vorgegebenen ersten Auslöseschwellwert übersteigt bzw. ob der aus der zweiten Berechnung ermittelte zweite Wert für die Krafteinwirkung einen vorgegebenen zweiten Auslöseschwellwert übersteigt, wobei die Ergebnisse der beiden Vergleiche in einer ODER-Verknüpfung verknüpft werden. Dies stellt eine besonders einfache Einklemmerfassung dar.

Vorzugsweise sind die erste Berechnung und die zweite Berechnung für die Erkennung der zu erwartenden schnellsten bzw. langsamsten Krafteinwirkungsänderungen optimiert. Dies schafft eine zuverlässige Einklemmerfassung in einen möglichst breiten Bereich an Einklemmszenarien.

Vorzugsweise wird bei der zweiten Berechnung nur nach jedem n-ten Eingang eines Pulssignals ein neuer Wert der Krafteinwirkung berechnet, während bei der ersten Berechnung der Zeitpunkt des Eingangs eines jeden Pulssignals an der Steuereinheit erfaßt wird und zwischen zwei solchen Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten aus mindestens einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte der erste Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird. Dies ermöglicht die Erfassung sowohl sehr schneller als auch sehr langsamer Einklemmvorgänge.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden ist Ausführungsform der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung,
- Fig. 2 eine graphische Darstellung eines beispielhaften zeitlichen Verlaufs der Periodendauer der Motordrehung,
- Fig. 3 eine schematische beispielhafte Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und
- Fig. 4 schematisch ein Fahrzeugdach zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß Fig. 3.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 treibt ein als Gleichstrommotor ausgebildeter Elektromotor 10 über eine Welle 12 ein Zahnritzel 14 an, welches mit zwei zug- und drucksteif geführten Antriebskabeln 16 im Eingriff steht. Zwischen dem Elektromotor 10 und dem Ritzel 14 liegt optional noch ein nicht dargestelltes Schneckengetriebe. Die beweglichen Dekkel 54 von Fahrzeug-Schiebedächern, heute überwiegend als Schiebe-Hebe-Dächer oder Spoilerdächer ausgeführt, werden meistens mittels solcher Antriebskabel 16 angetrieben. Die Fensterheber einer Kfz-Tür wirken oft über eine Seil-

trommel und ein glattes Seil auf das bewegbare Teil, d. h. die Scheibe. Für die folgende Betrachtung ist es gleichgültig, wie die Krafteinleitung auf das bewegliche Fahrzeugteil erfolgt. Bevorzugt wird der Deckel **54** eines Schiebe-Hebe-Daches angetrieben, der jedoch wegen der besseren Übersichtlichkeit nur in **Fig. 4** dargestellt ist.

Auf der Welle **12** ist ein Magnetrad **18** mit wenigstens einem Süd- und einem Nordpol drehfest angebracht. Selbstverständlich können auch mehrere beispielsweise je 4 Nord- und Südpole am Magnetrad **18** angeordnet sein, wodurch die Periodendauer der Signale entsprechend verkürzt wird. In Umfangsrichtung um etwa 90 Grad versetzt sind nahe des Magnetrads **18** zwei Hall-Sensoren **20**, **22** angeordnet, die jeweils bei jedem Durchgang des Nord- bzw. Südpols des Magnetrads **18** ein Impulssignal an eine mit einem Mikroprozessor **36** und einem Speicher **38** versehene Steuereinheit **24** abgeben, die somit etwa bei jeder Viertelumdrehung der Welle **12** ein Signal empfängt. Die Periodendauer ergibt sich jeweils aus dem Abstand zweier aufeinanderfolgender Signale an demselben Sensor **20** bzw. **22**, die im Abstand einer vollen Umdrehung der Welle **12** eingeht. Wegen der 90 Grad-Anordnung der beiden Sensoren **20**, **22** wird die Periodendauer abwechselnd aus der zeitlichen Differenz der beiden letzten Signale an dem Sensors **20** bzw. **22** berechnet, so daß jede Viertelumdrehung ein neuer Wert der Periodendauer zur Verfügung steht. Durch diese Art der Bestimmung der Periodendauer wirken sich Abweichungen von der exakten 90 Grad-Geometrie der Sensoranordnung nicht auf die Periodendauer aus, wie dies bei einer Bestimmung der Periodendauer aus der Zeitdifferenz zwischen dem letzten Signal des einen Sensors und des anderen Sensors der Fall wäre.

Aufgrund der Phasenverschiebung der Signale der beiden Sensoren **20**, **22** kann auch die Drehrichtung bestimmt werden. Zusätzlich kann aus den Signalen der Hall-Sensoren **20**, **22** auch die aktuelle Position des Deckels **54** ermittelt werden, indem diese Signale einem der Steuereinheit **24** zugeordneten Zähler **40** zugeführt werden.

Die Drehrichtung des Motors **10** kann von der Steuereinheit **24** über zwei Relais **26**, **28** mit Umschaltkontakten **30**, **32** gesteuert werden. Die Drehzahl des Motors **10** wird durch Pulsbreitenmodulation über einen Transistor **34** gesteuert werden.

Der wesentliche Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß parallel und unabhängig voneinander zwei Berechnungen **50**, **52** durchgeführt werden, um aus den Zeitpunkten des Signaleingangs von den Hall-Sensoren **20**, **22** an der Steuereinheit **24** jeweils einen Wert für die momentane Krafteinwirkung auf den Dachdeckel zu ermitteln, wobei beide Werte bei der Entscheidung berücksichtigt werden, ob ein Einklemmfall vorliegt. Die Berechnungen werden jeweils mit einem eigenen Parametersatz und einer eigenen Abtastrate durchgeführt. Mit Abtastrate ist der Abstand der Zeitpunkte gemeint, zu welchen ein Wert für die momentane Krafteinwirkung bestimmt wird.

Wie bereits erwähnt, hängt die Steifigkeit des Gesamtsystems von der Art des eingeklemmten Körpers und von dem Ort ab, an dem der Körper eingeklemmt wird. Dies gilt insbesondere bei der Absenkbewegung eines Deckels **54** aus einer Ausstellposition, siehe **Fig. 4**. Wird dabei ein Körper **56** im Bereich der Dachmitte eingeklemmt (in **Fig. 4** mit **58** angedeutet), so ist das Gesamtsystem wesentlich weicher als bei einem Einklemmen im Randbereich (in **Fig. 4** mit **60** angedeutet).

Wenn ein System mit einer einzigen festen Abtastrate arbeitet, können der Parametersatz der Berechnung, insbesondere die Schwell- bzw. Grenzwerte, und die gewählte Abtastrate nur für eine einzige Steifigkeit des Gesamtsystems optimiert werden, wobei jedoch in der Praxis je nach Art und Stelle des eingeklemmten Körpers unterschiedliche Steifigkeiten des Gesamtsystems maßgeblich sein können.

Durch das Durchführen einer zweiten parallelen Berechnung ist es möglich, durch entsprechende Wahl der Berechnungsparameter und der der Berechnung zugrunde liegenden Abtastrate, d. h. der Wahl der Zeitpunkte, zu welchen ein neuer Wert der momentanen Krafteinwirkung berechnet wird, diese zweite Berechnung für eine andere Steifigkeit zu optimieren.

Die zweite Berechnung ist für die Erfassung langsamer Krafteinwirkungsänderungen, d. h. kleiner Steifigkeiten, optimiert, während die erste Berechnung für die Erfassung schneller Krafteinwirkungsänderungen, d. h. großer Steifigkeiten, optimiert ist.

Zu diesem Zweck ist verwendet die erste Berechnung **50** einen im folgenden beschriebenen Extrapolationsalgorithmus, wobei zwischen zwei Signal-Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten aus einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte ein abgeschätzter Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird.

In der Regel ist es bei der zweiten Berechnung nicht erforderlich, eine Extrapolation von Meßwerten der Periodendauer durchzuführen, sondern es wird, je nach relevanten Steifigkeitsbereich, allenfalls nach Eingang eines neuen Meßwerts bzw. nur nach jedem n-ten Eingang eines Meßwerts eine Berechnung eines neuen Werts der momentanen Krafteinwirkung vorgenommen. Grundsätzlich kann jedoch, falls erforderlich, auch die zweite Berechnung einen Extrapolationsalgorithmus verwenden, wobei die Extrapolationszeitpunkte im einem größeren Abstand als bei der ersten Berechnung gewählt sind.

Im folgenden wird die erste Berechnung einschließlich des Extrapolationsalgorithmus beschrieben.

Aus dem Zeitpunkt des Signaleingangs von den Hall-Sensoren **20** bzw. **22** bestimmt der Mikroprozessor **36** die momentane Periodendauer der Umdrehung der Welle **12** und somit auch des Elektromotors **10**. Somit steht etwa zu jeder Viertelumdrehung der Welle **12** ein Meßwert für die Periodendauer zur Verfügung. Um auch zwischen diesen Zeitpunkten einen Einklemmschutz zu gewährleisten, werden ständig in einem festen Zeitraster, z. B. nach jeweils 1 ms, Schätzwerte für die Periodendauer aus vorangegangenen Meßwerten der Periodendauer extrapoliert, beispielsweise nach folgender Formel:

$$T^*[k] = T[i] + k \cdot (a_1 \cdot T[i-1] + a_2 \cdot T[i-2] + a_3 \cdot T[i-3]) \quad (1)$$

wobei a_1 , a_2 , a_3 Parameter sind, i ein Index ist, der bei jedem Signaleingang, d. h. bei jeder Viertelperiode, inkrementiert wird, und k der Laufindex des festen Zeitrasters ist, der bei jedem neuen Meßwert für die Periodendauer auf Null rückgesetzt wird. Statt der letzten vier Meßwerte können je nach Anforderung auch mehr oder weniger Meßwerte berücksichtigt werden.

Die Parameter a_1 , a_2 , a_3 modellieren das Gesamtsystem der Antriebsvorrichtung, d. h. Motor **10**, Kraftübertragungs-

komponenten und Deckel, und sind durch die Federsteifigkeiten, Dämpfungen und Reibungen des Gesamtsystems bestimmt. Daraus ergibt sich eine Bandpaßwirkung mit der Eigenschaft, daß spektrale Anteile des Periodenzeitverlaufs, die von Vibrationen herrühren, schwächer bewertet werden als solche, die von einem Einklemmfall herrühren. Fig. 2 zeigt schematisch einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der gemessenen Periodendauern T und der daraus abgeschätzten Periodendauern T^* . Die gestrichelte Kurve stellt den wahren Verlauf der Periodendauer dar.

Aus den so bestimmten Schätzwerten für die Periodendauer wird dann die Drehzahländerung zum Zeitpunkt $[k]$, bezogen auf den vorhergehenden Zeitpunkt $[k-1]$, abgeschätzt, wobei ein Motorspannungsfilter und ein Wegprofilfilter verwendet werden, um Einflüsse der Motorspannung und der Position, an welcher sich das bewegliche Fahrzeugteil, d. h. der Deckel, gerade befindet, auf die Motordrehzahl zu eliminieren, wobei folgende Formel verwendet wird:

$$\Delta N^*[k] = (T^*[k] - T^*[k-1]) / (T^*[k])^2 - V_u(U_m[k]) - V_r(x[k]) \quad (2)$$

wobei $U_m[k]$ die Motorspannung zum Zeitpunkt $[k]$ ist, V_u ein Motorspannungsfilter ist, welches die Abhängigkeit der Drehzahl von der von der Steuereinheit 24 erfaßten Motorspannung nachbildet, $x[k]$ die Position des Deckels zum Zeitpunkt $[k]$ ist und V_r ein Wegprofilfilter ist, das die Abhängigkeit der Motordrehzahl von der Position des Deckels nachbildet.

Das Motorspannungsfilter V_u bildet das dynamische Verhalten des Motors bei Spannungsänderungen nach. Vorzugsweise ist das Motorspannungsfilter V_u als Tiefpaß ausgebildet, dessen Zeitkonstante gleich der Motorzeitkonstante ist. Die Zeitkonstante ist abhängig von dem Betriebsfall, d. h. vom Öffnen oder Schließen des Deckels 54 in Schiebe- oder Absenkrichtung, und von der Größe der Spannungsänderung.

Das Wegprofilfilter V_r wird durch einen Lernlauf nach Einbau der Antriebsvorrichtung in das Fahrzeug automatisch ermittelt. Die Position des Deckels 54 wird, wie oben erwähnt, aus den mittels des Zählers 40 aufsummierten Impulssignalen der Hall-Sensoren 20, 22 bestimmt.

Die Entscheidung der ersten Berechnung 50, ob ein Einklemmfall vorliegt oder nicht, erfolgt anhand der folgenden Formel:

$$\Sigma(V_f \cdot \Delta N^*[k]) = \Sigma(\Delta F[k]) > F_{\max} \quad (3).$$

Die abgeschätzten Drehzahländerungen $\Delta N^*[k]$ werden mit einer festgesetzten zeitlich konstanten Untergrenze verglichen. Sobald sie diese Untergrenze übersteigen, werden sie jeweils mit einem Proportionalitätsfaktor V_f multipliziert, der die Steilheit der Motorkennlinie des Elektromotors 10 (Drehmoment über Drehzahl) wiedergibt. Die Steilheit ist bei konstanter Motorspannung und Motortemperatur in etwa konstant, ist jedoch für jeden Elektromotor 10 individuell verschieden. Um diese Einflüsse zu eliminieren, wird einerseits durch einen Temperaturfühler die Umgebungstemperatur erfaßt und die Motortemperatur über die Erfassung der Betriebsdauer genähert (statt der Umgebungstemperatur kann auch die Motortemperatur durch einen Temperatursensor am Elektromotor 10 direkt erfaßt werden). Andererseits werden bei jedem Elektromotor 10 vor dem Anschließen an den Deckel 54 im Rahmen der Fertigungsendprüfung bei konstanter Motorspannung zwei Wertepaare für Drehzahl und Drehmoment ermittelt und in dem Speicher 38 abgespeichert. Aus diesen Meßwerten wird die Steigung der Motorkennlinie ermittelt, woraus der Proportionalitätsfaktor V_f berechnet wird.

Das Produkt aus $\Delta N^*[k]$ und V_f entspricht der Änderung $\Delta F[k]$ der Krafteinwirkung zum Zeitpunkt $[k]$, bezogen auf den Zeitpunkt $[k-1]$, auf die Verschiebewegung des Deckels 54.

Die $\Delta F[k]$ -Werte werden aufsummiert, solange die $\Delta N^*[k]$ -Werte über der festgesetzten Untergrenze liegen. Sobald zwei aufeinanderfolgende $\Delta N^*[k]$ -Werte wieder darunter liegen, wird die Summe auf Null gesetzt. Falls ein $\Delta N^*[k]$ -Wert eine festgesetzte Obergrenze übersteigt, geht an Stelle dieses $\Delta N^*[k]$ nur der Wert der Obergrenze in die Summe ein. Dies dient dazu, Einflüsse von Vibrationen, die zu kurzzeitigen periodischen Spitzen der Drehzahländerung führen, auf das Erkennen eines Einklemmfalles möglichst zu eliminieren. Diese Obergrenze kann im einfachsten Fall konstant gewählt werden. Um die Genauigkeit der Auslösung zu erhöhen, kann jedoch die Obergrenze auch in Abhängigkeit von der aktuell ermittelten Drehzahländerung zeitlich variabel gewählt werden, z. B. in der Form, daß die Obergrenze mit ansteigender aktueller Drehzahländerung angehoben wird.

Abschließend wird in der ersten Berechnung 50 ermittelt, ob die Summe der $\Delta F[k]$ eine maximal zulässige Klemmkraft F_{\max} übersteigt oder nicht.

Gemäß Fig. 3 wird in einer Drehzahlerfassungsstufe 62 aus den Eingangsgrößen Periodendauer T , Motorspannung, Deckelposition x sowie Motortemperatur gemäß den obigen Formeln (1) und (2) mit der ersten (höheren) Abtastrate, d. h. zu den Meßzeitpunkten $[i]$ und den Extrapolationszeitpunkten $[k]$, die aktuelle Drehzahländerung ΔN^* bzw. die aktuelle Drehzahl N^* (diese ergibt sich aus $N^*[k] = 1/T^*[k] - V_u(U_m[k]) - V_r(x[k])$; statt $[k]$ kann auch $[i]$ stehen) bestimmt. Ferner wird die Motortemperatur bei der Drehzahlbestimmung bei der Umrechnung von Drehzahländerung in Kraftänderung gemäß Formel (3) berücksichtigt. Die erste Abtastrate ist so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den höchsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Die Drehzahlerfassungsstufe 62 wird von der ersten Berechnung 50 und der zweiten Berechnung 52 gemeinsam verwendet.

In der ersten Berechnung 50 wird aus der Drehzahländerung ΔN^* mittels der Formel (3) in der oben beschriebenen Weise unter Verwendung eines ersten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines ersten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines ersten Werts für den Schwellwert F_{\max} zu den durch die erste Abtastrate festgelegten Zeitpunkten, d. h. den Extrapolationszeitpunkten $[k]$, festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen ersten Schwellwert F_{\max} überschreitet. Die Werte dieses ersten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der größten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

In der zweiten, parallelen Berechnung 52 wird die Abtastrate so gewählt, daß sie für die Erfassung von Einklemmfällen mit den niedrigsten zu erwartenden Systemsteifigkeiten optimal ist. Diese zweite Abtastrate kann z. B. so gewählt werden, daß nur jeder vierte Meßwert der Periodendauer T berücksichtigt werden soll. In diesem Fall wird die zweite Be-

rechnung nur bei jedem vierten Signaleingang von den Hall-Sensoren 20, 22 durchgeführt, d. h. es wird nur jede vierte von der Stufe 62 ermittelte Drehzahl $N[i]$, die auf eine gemessene Periodendauer T zurückgeht in der in Fig. 4 mit 66 angedeuteten Abtaststufe berücksichtigt (in Fig. 4 mit 66 angedeutet), die auf eine gemessene Periodendauer T zurückgeht. Die aus extrapolierten Periodendauern T^* ermittelten Drehzahlen $N^*[k]$ werden natürlich ohnehin nicht berücksichtigt. Die zweite Berechnung 52 wird also nur zu jedem vierten Zeitpunkt $[i]$ ausgeführt.

Zunächst wird dabei die Drehzahländerung $\Delta N[i]$ gegenüber dem letzten Meßwert bestimmt. Dann wird in analoger Weise mittels der Formel (3) unter Verwendung eines zweiten Werts für die festgesetzte Untergrenze, eines zweiten Werts für die festgesetzte Obergrenze sowie eines zweiten Werts für den Schwellwert F_{\max} festgestellt, ob die momentane Krafteinwirkung diesen zweiten Schwellwert F_{\max} überschreitet. Die Werte dieses zweiten Parametersatzes sind für die Erfassung von Einklemmfällen mit der kleinsten zu erwartenden Systemsteifigkeit optimiert.

Für die Entscheidung, ob ein Einklemmfall vorliegt, d. h. der Motor abgeschaltet bzw. reversiert werden soll, werden die Ergebnisse der ersten und der zweiten Berechnung in einer Logikstufe 64 miteinander logisch verknüpft. Im einfachsten Fall ist das eine ODER-Verknüpfung. In diesem Fall wird also der Motor abgeschaltet bzw. reversiert, wenn eine der beiden Berechnungen einen Einklemmfall erfaßt hat. Die Entscheidung wird zu jedem Zeitpunkt, zu dem die erste Berechnung 50 ein neues Ergebnis liefert, vorgenommen. Da wesentlich seltener neue Ergebnisse der zweiten Berechnung 52 vorliegen, wird immer das letzte Ergebnis der zweiten Berechnung 52 der Logikstufe 64 zugeführt. Wenn anhand der Verknüpfung ein Einklemmfall erfaßt wurde, löst die Steuereinheit 24 durch Ansteuerung der Relais 26, 28 über die Schalter 30, 32 ein Reversieren des Motors 10 aus, um einen eingeklemmten Gegenstand sofort wieder frei zu geben.

Durch die Verknüpfung der Ergebnisse der beiden Berechnungen 52, 54 können sowohl schnelle als auch langsame Krafteinwirkungsänderungen optimal erfaßt werden.

Statt nur eine zweite parallele Berechnung durchzuführen, ist es auch möglich, zusätzlich eine dritte oder noch mehr parallele Berechnungen durchzuführen, um eine Optimierung des Einklemmschutzes für mehr als zwei Einklemmszenarien, d. h. Systemsteifigkeiten, zu erreichen.

Um die Fehlauflösungswahrscheinlichkeit beim Auftreten von Rüttelkräften weiter zu verringern, kann eine spektrale Analyse der innerhalb eines bestimmten Zeitfensters bei zum Analysezeitpunkt ermittelten Drehzahländerungen vorgenommen werden. Bei Auftreten bestimmter spektraler Charakteristika, insbesondere bei Auftreten eines deutlich ausgeprägten Peaks, der nicht in dem für Einklemmfälle typischen Spektralbereich liegt, wird ein Auslösen verhindert, auch wenn die Logikstufe 64 eigentlich einen Einklemmfall erfaßt hat.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verstellen eines Fahrzeugteils (54) zwischen mindestens zwei Stellungen, wobei das Fahrzeugteil von einem Elektromotor (10) angetrieben wird, Pulssignale entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors (10) erzeugt werden und einer Steuereinheit (24) zum Steuern des Elektromotors zugeführt werden, und in einer ersten Berechnung (50) mit einem ersten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten ersten Zeitpunkten ($[k]$) ein erster Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß parallel zu der ersten Berechnung (50) in mindestens einer zweiten Berechnung (52) mit einem zweiten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten zweiten Zeitpunkten ($[i]$) ein zweiter Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, wobei beide Werte für die momentane Krafteinwirkung berücksichtigt werden, um zu entscheiden, ob der Motor (10) abgeschaltet oder reversiert wird oder nicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ermittelt wird, ob der in der ersten Berechnung (50) ermittelte erste Wert für die Krafteinwirkung einen vorgegebenen ersten Auslöseschwellwert übersteigt bzw. ob der aus der zweiten Berechnung (52) ermittelte zweite Wert für die Krafteinwirkung einen vorgegebenen zweiten Auslöseschwellwert übersteigt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ergebnisse der beiden Vergleiche in einer ODER-Verknüpfung einer Logikstufe (64) verknüpft werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Berechnung (50) und die zweite Berechnung (52) für die Erkennung der zu erwartenden schnellsten bzw. langsamsten Krafteinwirkungsänderungen optimiert sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der ersten Zeitpunkte ($[k]$) kleiner ist als der Abstand der zweiten Zeitpunkte ($[i]$).
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der zweiten Berechnung (52) nur nach jedem n -ten Eingang eines Pulssignals ein neuer Wert der Krafteinwirkung berechnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der ersten Berechnung (50) der Zeitpunkt ($[i]$) des Eingangs eines jeden Pulssignals an der Steuereinheit (24) erfaßt wird und zwischen zwei solchen Eingangszeitpunkten zu bestimmten Extrapolationszeitpunkten ($[k]$) aus mindestens einem Teil dieser gemessenen Zeitpunkte der erste Wert für die aktuelle Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei der ersten Berechnung aus den gemessenen Zeitpunkten jeweils die momentane Periodendauer ($T[i]$) der Motordrehung bestimmt wird, die momentane Periodendauer ($T^*[k]$) zu den Extrapolationszeitpunkten ($[k]$) unter Berücksichtigung mehrerer vorangegangener gemessener Periodendauern ($T[i-1]$, $T[i-2]$, $T[i-3]$) abgeschätzt wird, aus den abgeschätzten Periodendauern eine abgeschätzte Drehzahländerung ($\Delta N^*[k]$) für jeden Extrapolationszeitpunkt bestimmt wird und aus den abgeschätzten Drehzahländerungen zu jedem Extrapolationszeitpunkt der erste Wert der Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil bestimmt wird.
9. Antriebsvorrichtung für ein zwischen mindestens zwei Stellungen bewegliches Fahrzeugteil (54), mit einem Elektromotor (10) zum Antreiben des Fahrzeugteils (54) und einer Einrichtung (18, 20, 22) zum Erzeugen eines Pulssignal entsprechend der Drehbewegung des Elektromotors (10), das einer Steuereinheit (24) zum Steuern des

DE 198 40 162 A 1

Elektromotors (10) zugeführt wird, wobei die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß in einer ersten Berechnung (50) mit einem ersten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten ersten Zeitpunkten ([k]) ein erster Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) so ausgebildet ist, daß parallel zu der ersten Berechnung (50) in mindestens einer zweiten Berechnung (52) mit einem zweiten Parametersatz aus den erfaßten Pulssignalen zu bestimmten zweiten Zeitpunkten ([i]) ein zweiter Wert für die momentane Krafteinwirkung auf das Fahrzeugteil (54) bestimmt wird, wobei beide Werte für die momentane Krafteinwirkung berücksichtigt werden, um zu entscheiden, ob der Elektromotor (10) abgeschaltet oder reversiert wird oder nicht

10. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (24) zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 8 ausgebildet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

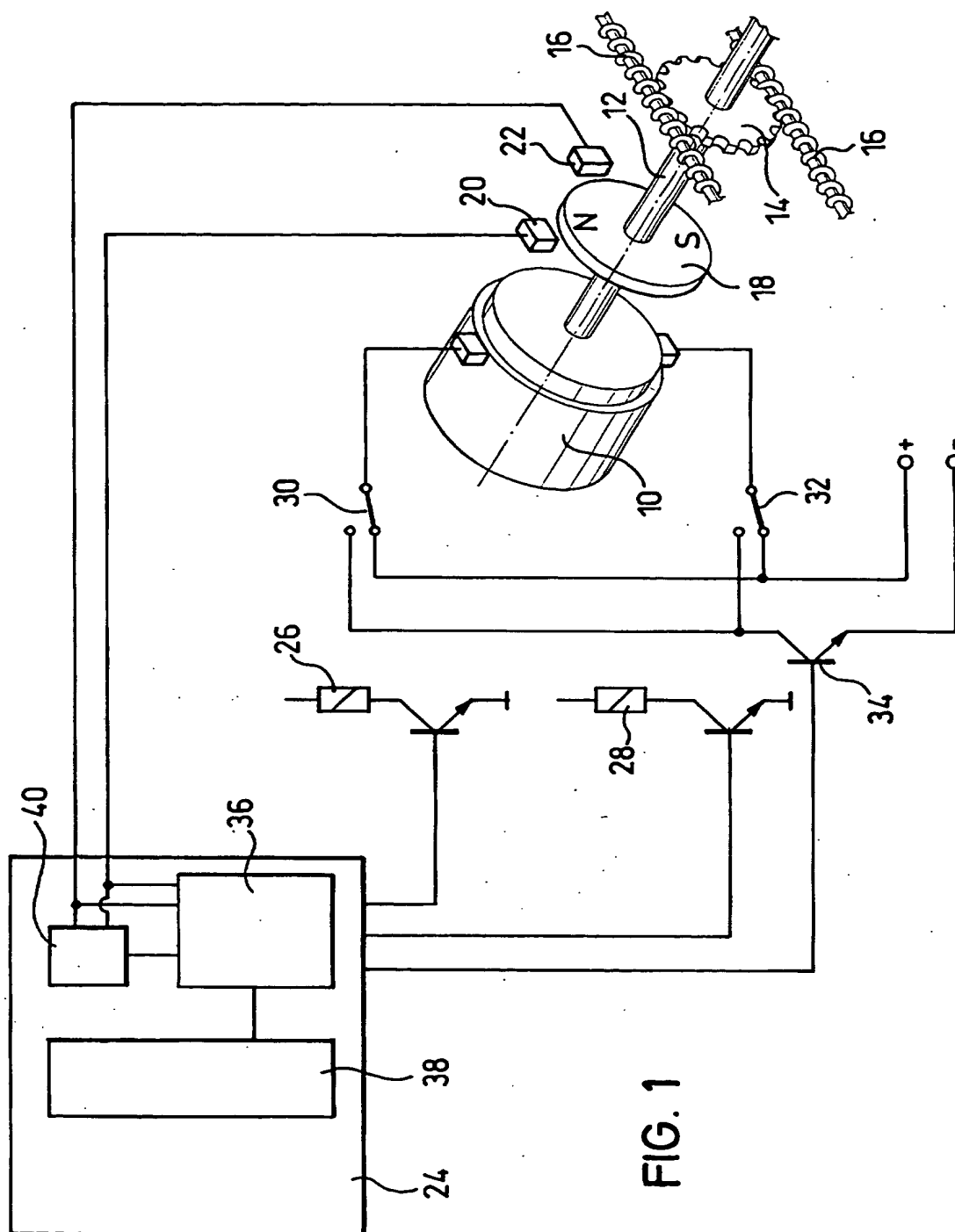


FIG. 1

FIG. 2

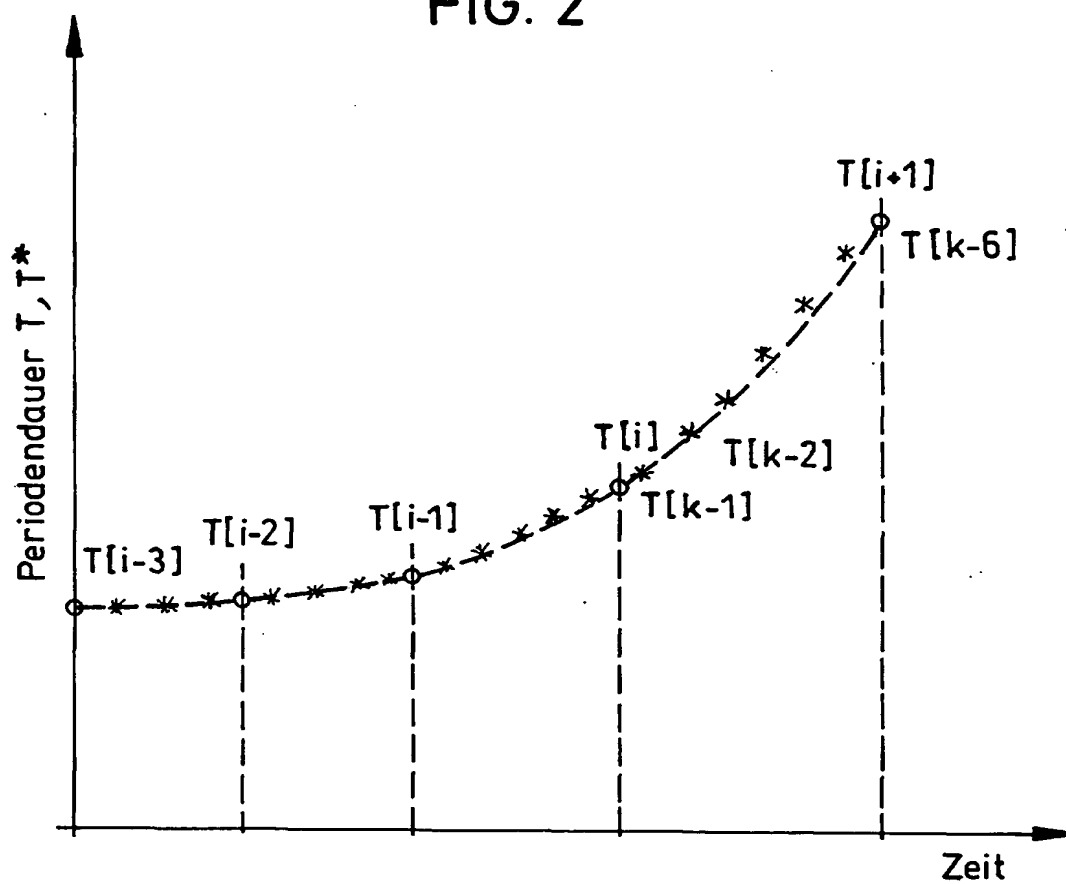
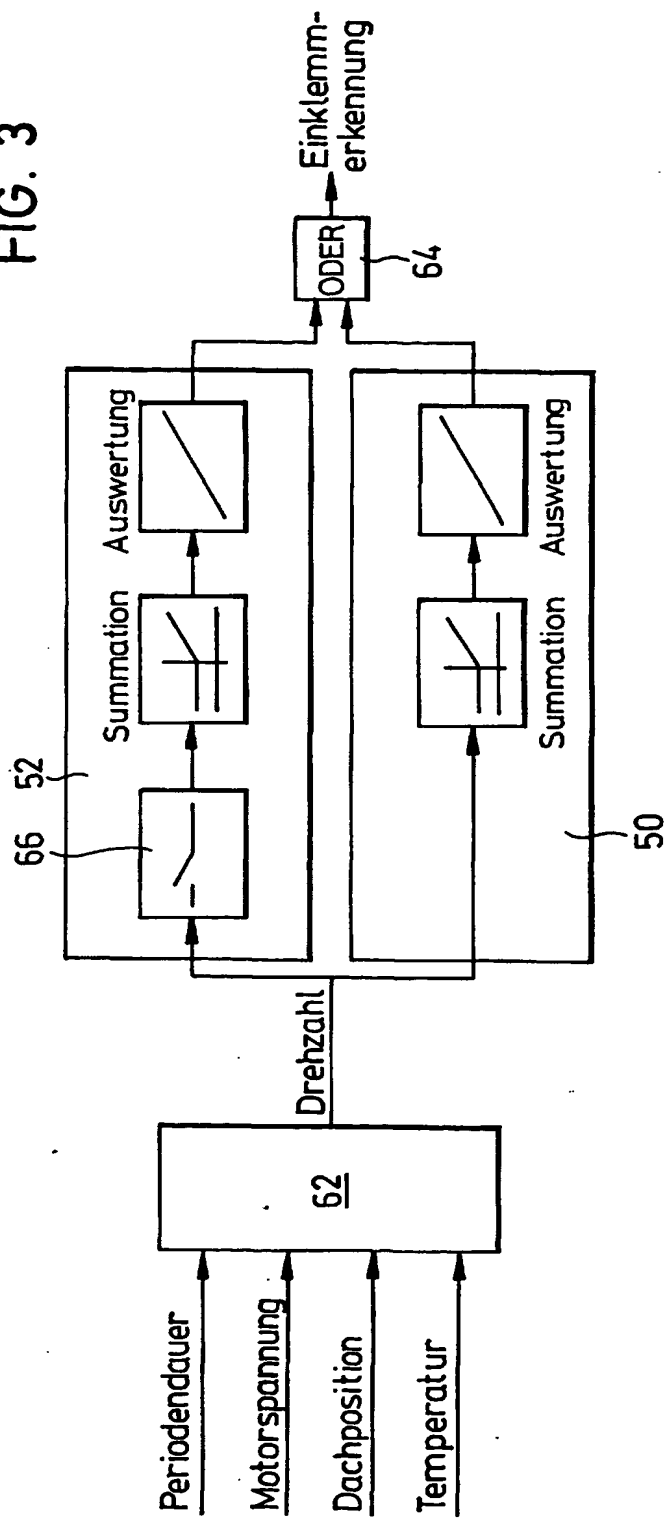


FIG. 3



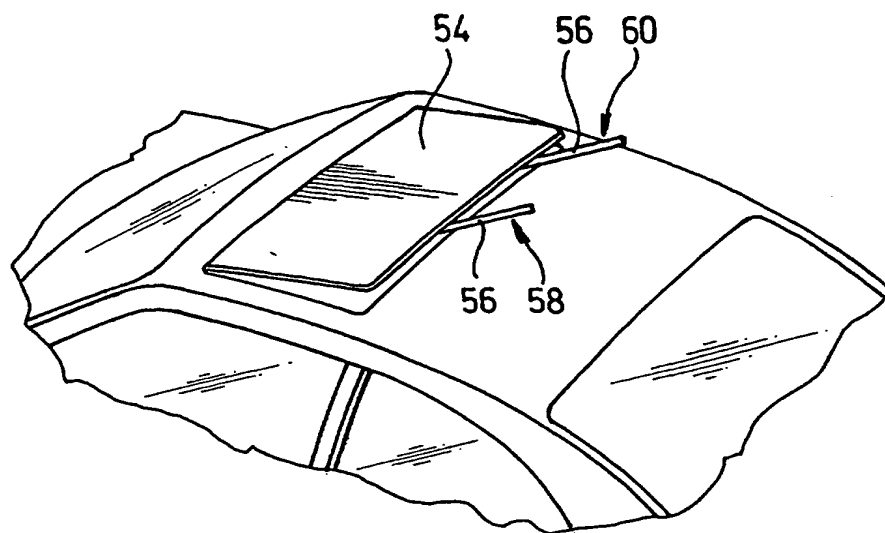


FIG. 4